

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Atsushi MORI

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: November 18, 2003

Examiner: TBA

For: LASER MACHINING APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant submits herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2002-336302

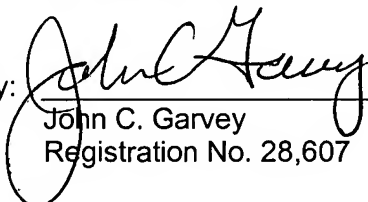
Filed: November 20, 2002

It is respectfully requested that the applicant be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 11-18-03

By: 
John C. Garvey
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 0 日
Date of Application:

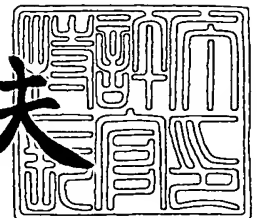
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 6 3 0 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 6 3 0 2]

出 願 人 ファナック株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 21519P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23K 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 森 敦

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 レーザ加工装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 数値制御装置から所定の補間周期で送出される移動指令に基づいて駆動されるレーザ加工機と、該レーザ加工機の移動に合わせてレーザ出力を行うレーザ発振器とにより加工を行うレーザ加工装置において、前記レーザ発振器へレーザ出力制御信号を送出すべき前記補間周期に対し、該補間周期が始まってからの時間又は該補間周期を分割する比で表される信号送出時刻データを生成する手段と、該信号送出時刻データ生成手段から前記信号送出時刻データを受取り、前記補間周期が始まってからの時間だけ又は前記補間周期を分割する比から計算される時間だけ、前記レーザ発振器への前記レーザ出力制御信号送出を遅延させる手段を有するレーザ出力制御信号生成手段とを設けたことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項 2】 前記信号送出時刻データとともに、前記レーザ出力制御信号としてレーザ出力の開始と終了を含むレーザ出力条件又は予め前記レーザ出力制御信号生成手段に設定記憶されているレーザ出力条件を選択する加工条件選択信号を、前記レーザ出力制御信号生成手段に送出することを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】 前記レーザ加工機に対する連続する移動指令の継ぎ目において、当該補間周期における移動指令量が前の移動指令による移動分と次の移動指令による移動分との合算されたものである場合、前記信号送出時刻データは、両者の比もしくは両者の比から算出された値であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】 前記信号送出時刻データを生成する手段は、加工開始からの経過時間に基づいて設定された時間より、前記補間周期が始まってからの時間を求める請求項 1 又は請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】 前記移動指令量を処理するサーボフィードバックシステムに存在する遅れ時間と前記レーザ発振器がレーザ出力を制御する遅れ時間の、一方

もしくは双方に基づいて、前記信号送出時刻データを補正計算することを特徴とする請求項1乃至4の内いずれか1項に記載のレーザ加工装置。

【請求項6】 前記レーザ発信器へレーザ出力制御信号を送出すべき補間周期は、移動指令量を送出する補間周期に数倍することを特徴とする、請求項1乃至5の内いずれか1項に記載のレーザ加工装置。

【請求項7】 前記信号送出時刻データを生成する手段で生成される信号送出時刻データは、レーザ出力制御信号によりレーザ出力条件が変更になる1補間周期前にレーザ出力制御信号生成手段に送出される請求項1乃至6の内いずれか1項に記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

レーザ加工機の制御装置としては、一般に数値制御装置が用いられている。このレーザ加工機を制御する数値制御装置は、所定補間周期毎に移動指令を出力してレーザヘッドに対して被加工物のワークを相対移動させて、ワークに対してレーザビームによる加工を行っている。レーザ発振器に対するレーザ出力のオン／オフ等の制御も、この補間周期単位で制御されることが多い。

【0003】

加工速度が、速くない場合には、一般的な数値制御装置での制御である補間周期単位でレーザ発振器のレーザ出力のオン／オフ制御を行っても格別問題はなく、所望する加工精度を得ることができる。しかし、加工速度が速くなると、補間周期中にレーザ発振器の制御を行わねば、高精度な加工開始位置、加工終了位置を得ることが困難になる。

【0004】

特に、数値制御装置に入力されるNC加工プログラムで指令された連続する移動指令のブロックにおいて、指令速度を落とさずに現在のブロックによる移動指

令から次のブロックによる移動指令を実行する場合、現在のブロックの残移動量が少なくなり、1 分配周期での分配残移動量が指令速度に足りない場合には、この不足分だけ次のブロックの移動量を加算し、そのブロックからブロックへの繋ぎ目の分配周期の移動指令として、減速を行わず、移動させるブロックオーバーラップ処理が行われる。このブロックオーバーラップ処理を実行する場合には、1 つのブロックの移動指令の終点が、補間周期中に発生する。そのため、補間周期単位で、レーザ発振器の制御を行ってレーザ出力のオン／オフ制御を行っても、ブロックの終点すなわちブロックの繋ぎ目の位置で、レーザ出力をオン／オフ制御できないものとなる。

【0 0 0 5】

そのため、数値制御装置から出力される速度指令データおよびサーボ制御システムから帰還されてくる位置データ、さらに、補間周期の開始から計時した時間に基づいて、位置を求め求めた位置が目標位置に達したとき加工起動信号を出力するようにしたものが提案されている（特許文献 1 参照）。

【0 0 0 6】

【特許文献 1】

特開平 9 - 2 5 8 8 1 2 号公報

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

加工速度が速くなると、補間周期に合わせてレーザ発振器の制御を行って、最大補間周期分遅れることになり高精度の加工ができない。補間周期を短くすれば、この遅れは小さくなり、加工精度を上げることができるが、補間周期を短くし高速化することは、大幅なコストアップとなる。

【0 0 0 8】

一方、前述した特許文献 1 に記載された発明のように、サーボ制御システムから帰還されてくる位置データを基に、加工開始・終了位置に到達する時間を予測して、加工開始及び終了位置の精度を補間周期に限定されずに向上させることもできるが、位置データの帰還信号を再処理する必要があること、及び、加工速度の変化に対しても処理を追加して行わねばならず、全体的な動作処理が複雑にな

るという問題がある。

そこで、本発明の目的は、補間周期に制限させる所望する加工位置、時間にレーザ出力条件を変更できるレーザ加工装置を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

数値制御装置から所定の補間周期で送出される移動指令に基づいて駆動されるレーザ加工機と、該レーザ加工機の移動に合わせてレーザ出力を行うレーザ発振器とにより加工を行うレーザ加工装置において、請求項 1 に係わる発明は、前記レーザ発振器へレーザ出力制御信号を送出すべき補間周期に対し、該補間周期が始まってからの時間又は該補間周期を分割する比で表される信号送出時刻データを生成する手段と、該信号送出時刻データ生成手段から前記信号送出時刻データを受取り、前記補間周期が始まってからの時間だけ又は前記補間周期を分割する比から計算される時間だけ、前記レーザ発振器への前記レーザ出力制御信号送出を遅延させる手段を有するレーザ出力制御信号生成手段とを設けたことを特徴とするものである。これにより、補間周期に拘束されることなく、レーザ出力条件を変更できるようにしたものである。又、請求項 2 に係わる発明は、前記信号送出時刻データとともに、前記レーザ出力制御信号としてレーザ出力の開始と終了を含むレーザ出力条件又は予め前記レーザ出力制御信号生成手段に設定記憶されているレーザ出力条件を選択する加工条件選択信号を、前記レーザ出力制御信号生成手段に送出するようにした。

【 0 0 1 0 】

又、請求項 3 に係わる発明は、連続する移動指令の継ぎ目において、当該補間周期における移動指令量が前の移動指令による移動分と次の移動指令による移動分との合算されたものである場合、前記信号送出時刻データは、両者の比もしくは両者の比から算出された値とした。さらに、請求項 4 に係わる発明においては、前記信号送出時刻データを生成する手段により、加工開始からの経過時間に基づいて設定された時間より、前記補間周期が始まってからの時間を求めるようにした。請求項 5 に係わる発明は、前記移動指令量を処理するサーボフィードバックシステムに存在する遅れ時間と前記レーザ発振器がレーザ出力を制御する遅れ

時間の、一方もしくは双方に基づいて、前記信号送出時刻データを補正計算するようにした。請求項 6 に係わる発明は、前記レーザ発振器へレーザ出力制御信号を送出すべき補間周期は、移動指令量を送出する補間周期に数倍するものとした。さらに、請求項 7 に係わる発明は、前記信号送出時刻データを生成する手段で生成される信号送出時刻データを、レーザ出力制御信号によりレーザ出力条件が変更になる 1 補間周期前にレーザ出力制御信号生成手段に送出するようにした。

【0011】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の原理説明図である。図 1 において横軸は時間、縦軸は、補間周期 ITP 毎の移動指令量（速度に対応する）であり、2つのブロック（先のブロックを前ブロック（白地の部分）、その次のブロック（ハッチングの部分）を次ブロックという）の繋ぎ目の位置を表した図である。ブロックオーバーラップ処理を実行する場合、前ブロックでの残移動量 P_a が指令された速度に対応する補間周期での移動指令量に達しないと、この不足分だけ次のブロックの移動量 P_b を加算し、当該ブロックからブロックへの繋ぎ目の分配周期の移動指令とする。これにより、減速を行わず、等速で移動させる。ブロックの継ぎ目において、レーザ出力のオン／オフ等の出力条件を変更する場合、従来は、補間周期の時間 ITP 単位でこのレーザ出力オン／オフ等の出力条件を変更していたから、次ブロック（ハッチングの部分）で指令された移動指令の移動を開始した図 1 の時間 a で例えばレーザ出力のオン又はオフの指令がレーザ発振器に出力されていた。

【0012】

この場合、次ブロックで指令された移動開始位置、すなわち、前ブロックで指令された移動指令の終点位置でレーザ出力のオン又はオフの指令が出されるのではなく、前ブロックの移動指令の残移動量 P_a 分だけ早くレーザ出力のオン又はオフの指令が出力されることになり、目的とする位置と異なり、その分加工精度を悪くすることになる。しかも、この残移動量 P_a は、前ブロックで指令された移動量、速度によって変動し一定ではない。

【0013】

前ブロックと次ブロックの繋ぎ目でレーザ出力のオン／オフ等の出力条件を変

更するとすれば、繋ぎ目の補間時 Q_0 において、前ブロックの残移動量 P_a を出力し、残移動量が「0」となったときに、レーザ出力のオン／オフ等の出力条件の変更指令を出力すれば、指令した位置においてレーザ出力条件を変更することになる。しかし、レーザ加工機を制御する数値制御装置等の制御装置では、補間周期単位でしか、制御できないことから、この制御を本発明では、後述する、レーザ出力制御信号生成手段によって行うようにする。

【0014】

なお、レーザ出力制御信号としては、レーザ出力のオン／オフ以外にもその出力パワーを変える場合もある。例えば、薄い金属板に切断加工とケガキ加工を交互に施す場合、切断加工は比較的高出力、例えば 1000 W ($\text{Duty } 100\%$) で、ケガキ加工ではパルス出力による低出力、 1000 W , 1000 Hz 20% で行う等のレーザ出力条件を変えて行われる。このようなレーザ出力制御信号を本発明は、補間周期に拘束されることなく変更切替ができるようにしたものである。

【0015】

そのために、この前ブロックの残移動量 P_a が出力された時点でレーザ出力のオン／オフ等の出力条件の変更指令を出力するようにする。この場合、前ブロックの残移動量 P_a に次ブロックの移動量 P_b を加算して、指令された速度に対応する移動量が得られるとすれば、補間周期の時間 ITP 間に移動量 $(P_a + P_b)$ を出力するものであるから、当該ブロックの繋ぎ目における補間周期時 Q_0 の補間開始時 a から、前ブロックの残移動量 P_a を出力完了した時間 t_1 は、移動量の比率によって、次の (1) 式によって求めることができる。

【0016】

$$t_1 = ITP \times P_a / (P_a + P_b) \quad \cdots (1)$$

しかし、移動指令を加工しようとするワークを移動させる軸のモータのサーボ制御システムに出力しても実際にモータが移動し、ワークが目標とする位置に到達するには遅れがある。サーボ制御システムの位置制御におけるサーボエラー量 (位置偏差量) や加減速時定数の影響で、遅れが発生する。又、レーザ発振器が指令を受けて出力するまでの遅れ時間がある。これらの遅れ時間を総合して、遅

延時間を t_2 とすると、図 2 に示すように、前ブロックの残移動量 P_a に次ブロックの移動量 P_b を加算して、指令速度に対応する補間周期の時間 ITP における移動量を出した補間周期時 Q_0 の補間開始時 a から (1) 式で求められた残移動量 P_a の出力完了までの時間 t_1 に、上述した遅延時間 t_2 を加算した時間 T にレーザ出力のオン／オフ等の出力条件を変更するレーザ出力制御信号を出力すれば、ワークに対して目標とする位置でレーザ出力条件を変更することができる。

【0017】

$$T = t_1 + t_2 \quad \dots (2)$$

図 2 の例では、梨地を施した部分が遅延時間に相当する部分で、時間 a の時点から上記 (2) 式で求められた時間 T が経過した補間周期時 Q_3 の途中で、レーザ出力制御信号が出力するようにする。これによって、指令された位置でレーザ出力条件を変更することができる。

【0018】

図 3 は、本発明の一実施形態の機能ブロック図である。レーザ加工機を制御する数値制御装置 10 のプログラム解読手段 10b は、入力された加工プログラム 10a を解読し、補間データ生成手段・分配手段 10c は、該 NC 加工プログラム 10a で指令された移動指令に基づいてサーボ制御システム 10d に補間周期毎移動指令を分配する。サーボ制御システム 10d は分配された移動指令に基づいて、位置、速度、電流のフィードバック制御を行いワークを移動させる各軸のモータ 31～33 を駆動する。

【0019】

一方、ブロックオーバーラップデータとしての残移動量 P_a が指令速度に対応する補間周期での移動量に対する比率 ($P_a / (P_a + p_b)$) と加減速時定数 10f が補間データ生成手段・分配手段 10c から信号送出時刻データ生成手段 10h に送出される又、サーボ制御システム 10d からは、サーボエラー 10g が出力され信号送出時刻データ生成手段 10h に送出される。信号送出時刻データ生成手段 10h はこれらのデータに基づいて、上述した、レーザ出力条件変更指令のレーザ出力制御信号のタイミングデータ 10i をレーザ出力制御信号生成手

段 4 0 に出力する。又、該レーザ出力制御信号生成手段 4 0 は、数値制御装置 1 0 のプログラム解読手段 1 0 b から出力されるプログラム 1 0 a で指令されたレーザ出力条件であるレーザ出力設定信号 1 0 e を入力しており、受信したタイミングデータ 1 0 i に基づく時点に、受信したレーザ出力設定信号 1 0 e をレーザ出力制御信号 4 0 a としてレーザ発振器 4 1 に出力する。

以上が本実施形態の作用動作である。

次に本実施形態の構成について説明する。

【 0 0 2 0 】

図 4 はこの実施形態のレーザ加工機 3 0 の概要図であり、図 4 において、符号 1 0 はこのレーザ加工機を制御する制御装置の数値制御装置（CNC）である。該制御装置 1 0 は、プロセッサ（CPU）1 1 を中心に構成され、該プロセッサ 1 1 にはバス 2 0 を介して、ROM 1 2、RAM 1 4、バッテリーバックアップされた CMOS RAM で構成された不揮発性メモリ 1 3、入出力インタフェース 1 5、表示装置（CRT や液晶等）付き MDI（手動入力手段）1 9、加工送り軸の X 軸、Y 軸のサーボアンプ 1 6、1 7 及びギャップ制御軸の Z 軸のサーボアンプ 1 8 が接続されている。

【 0 0 2 1 】

ROM 1 2 にはこのレーザ加工機 3 0 全体を制御するシステムプログラムが格納されており、不揮発性メモリ 1 3 には、表示装置付き MDI 1 9 を利用して作成される NC 加工プログラム若しくは図示しない入力インタフェースを介して入力される NC 加工プログラムが格納される。また、RAM 1 4 は各種処理中におけるデータの一時記憶等に利用される。入出力インタフェース 1 5 にはレーザ出力制御信号生成手段 4 0 が接続され、レーザ出力制御信号生成手段 4 0 には、レーザ発振器 4 1 が接続されている。レーザ出力制御信号生成手段 4 0 は、本実施形態では、プロセッサやメモリ等で構成し、数値制御装置 1 0 のプロセッサ 1 1 から出力されたレーザ出力条件の切替タイミングデータに基づいてレーザ出力条件切替時を求め、この切替時に、数値制御装置 1 0 から出力されるレーザ出力制御信号に基づいてレーザ出力条件を切り替えてレーザ発振器 4 1 を制御する。

【 0 0 2 2 】

レーザ発振器 41 は、レーザ出力制御信号に従ってレーザビーム 43 を出射し、ベンディングミラー 42 で反射して加工ヘッド 35 に送り、該加工ヘッド 35 で集光されて加工ヘッド 35 に取り付けられている加工ノズル 36 の先端からレーザビーム 43 をワーク 38 に照射する。

【0023】

また、符号 34 はレーザ加工機機構部で、該レーザ加工機機構部 34 には、ワーク 38 を取り付けしたテーブル 37 を X 軸方向（図 4 において左右方向）に駆動する X 軸サーボモータ 31、テーブル 37 を Y 軸方向（図 4 において紙面垂直方向）に駆動する Y 軸サーボモータ 32、加工ヘッド 35 及び加工ノズル 36 を上記 X、Y 軸方向に垂直な Z 軸方向に駆動するギャップ制御軸を構成する Z 軸サーボモータ 33 を備えている。

【0024】

X 軸サーボモータ 31 は、制御装置 10 の X 軸サーボアンプ 16 に接続され、Y 軸サーボモータ 32 は Y 軸サーボアンプ 17 に接続され、Z 軸サーボモータ 33 は Z 軸サーボアンプ 18 に接続されている。また、各サーボモータ 31、32、33 には位置・速度を検出パルスコード等の位置速度検出器が取り付けられ、それぞれのサーボモータ 31、32、33 の位置、速度を各サーボアンプ 16、17、18 にフィードバックしている。また、各サーボアンプ 16、17、18 は、プロセッサ 11 からの指令と位置、速度のフィードバック信号に基づいて、各サーボモータ 31、32、33 の位置、速度を制御している。さらには、図示しない電流検出器のフィードバック信号に基づいて電流制御をも実施している。この実施形態では、X 軸サーボアンプ 16、Y 軸サーボアンプ 17、Z 軸サーボアンプ 18 によって、サーボ制御システムを構成している。

【0025】

上述したレーザ加工機の構成と従来から公知のレーザ加工機との相違する点は、レーザ出力制御信号生成手段 40 を付加した点であり、他の構成は同一である。

次に、この実施形態の動作処理について説明する。

図 5 は数値制御装置のプロセッサ 11 が実行する補間周期毎の処理のフローチ

ャートである。又、図6は、レーザ出力制御信号生成手段40が補間周期と同一周期毎に実施する処理のフローチャートである。

【0026】

数値制御装置10のプロセッサ11は、NC加工プログラムより順次指令ブロックを読みとり解析し、指令に従って各X、Y、Z軸のサーボアンプ16～18に補間周期毎移動指令を出力等の処理を行って、レーザ加工機を駆動制御する。これらの点は従来と同一である。本発明に關係して、ブロックオーバーラップ指令が出されていると、プロセッサ11は図5に示す処理を補間周期毎に実行する。

【0027】

まず、レーザ出力条件切替準備中を示すフラグF1が「1」にセットされているか否か判断し（ステップ100）、セットされていないならば、次の補間周期でブロックが切り替わるか判断する（ステップ101）。すなわち、現在のブロックで指令された移動量の残移動量が当該補間周期と次の補間周期分で出力する移動量より少ないか否か判断する。次の補間周期で切り替わるものでなければ、当該補間周期の処理を終了する。

【0028】

次の補間周期でブロックが切り替わると判断されたときには、ブロックが切り替わる次の補間周期における現ブロック（前ブロック）の残移動量 P_a と当該指令速度によって求められている補間周期における指令移動量（ $P_a + P_b$ ）より上述した（1）式の演算を行って、次の補間周期における補間周期開始時点からブロックが切り替わるまでの時間 t_1 を求める。さらに、サーボエラー量、加減速時定数から遅延時間 t_2 を求め、前述した（2）式の演算を行い、ブロックが切り替わる補間周期の開始時点から、レーザ出力条件を切り替える時間 T を求める。さらに、本実施形態では、ブロックが切り替わる1補間周期前にレーザ出力制御信号と切替時間をセットするようにしていることから、該切替時間 T に補間周期の時間 I_{TP} を加算した時間 T' を求める（ステップ102）。さらに、レーザ出力条件切替準備中を示すフラグF1に「1」をセットする（ステップ103）。

【0029】

次に、ステップ102で求めた時間 T' が補間周期の時間 ITP の2倍以上か否か判断し（ステップ104）、2倍以上であれば、該時間 T' より補間周期の時間 ITP を減じて時間 T' を更新し（ステップ108）、当該補間周期の処理を終了する。

【0030】

次の補間周期からは、フラグ $F1$ が「1」にセットされているから、ステップ100、104、108の処理を実行する。その内、ステップ104で時間 T' が補間周期時間 ITP の2倍の時間に満たない状態となると、すなわち、レーザ出力条件を変更する切替時間が補間周期の1つ前の補間周期であると、ステップ104からステップ105に進み、時間 T' から補間周期の時間 ITP 減じて、レーザ出力条件を切り替える補間周期の開始時からの切替時間 T_c を求める。そして、この求めた切替時間 T_c を信号送出時刻データとし、該信号送出時刻データとレーザ出力条件をレーザ出力制御信号生成手段40にレーザ出力制御信号として出力し（ステップ106）、フラグ $F1$ を「0」にセットし（ステップ107）、当該補間周期の処理を終了する。

【0031】

例えば、図1に示す遅延時間を無視した状態でレーザ出力条件を切り替えるものとすれば、ブロックが切り替わる補間周期 Q_0 より1つ前の補間周期 Q_{-1} でステップ102の処理がなされる。図1の場合では、 $t_2 = 0$ としているから $T = t_1$ であり、 $T' = T + ITP = t_1 + ITP$ となる。その結果、 $T' = t_1 + ITP < 2 \times ITP$ となるから、ステップ104からステップ105に進み、 $T_c = T' - ITP = t_1$ となる。そして、ステップ106でこの時間 $T_c = t_1$ とレーザ出力制御信号がレーザ出力制御信号生成手段40に出力されることになる。

【0032】

又、図2で示す例では、ブロックが切り替わる補間周期 Q_0 より1つ前の補間周期 Q_{-1} でステップ102の処理がなされる。この図2で示す例では、 $T = t_1 + t_2 = 3 \times ITP + \alpha$ （但し α は ITP より小さな値で、レーザ出力条件を切り替える補間周期の開始から切り替えるまでの時間を意味する）。その結果、

$T' = T + ITP = 4 \times ITP + \alpha$ となる。よって、当該補間周期を入れて3回の補間周期 ($Q-1$, Q_0 , Q_1) を終えた時点では、ステップ108の処理により $T' = ITP + \alpha$ となっているから、補間周期 Q_2 では、ステップ104で $T' = ITP + \alpha < 2 \times ITP$ が検出されるから、ステップ105に進み $T_c = \alpha$ が求められ、ステップ105で求めた切替時間 T_c とレーザ出力条件をレーザ出力制御信号生成手段40に出力されることになる。

【0033】

以上のように、レーザ出力制御信号とその切替時間 T_c が出力される補間周期は、レーザ出力条件を切り替える1つ前の補間周期である。図1の例では補間周期 $Q-1$ 、図2の例では、補間周期 Q_2 である。

【0034】

一方、レーザ出力制御信号生成手段40のプロセッサは、図6の処理を補間周期と同一の周期で実行しており、まず、レーザ出力条件の切替がセットされたことを記憶するフラグF2が「1」にセットされたか判断し（ステップ200）、「1」でなければ、切替時間 T_c とレーザ出力制御信号が数値制御装置10から送られて来たか判断し（ステップ201）、送られて来てなければ、この周期の処理を終了する。

【0035】

一方、数値制御装置10から前述したステップ106の処理により切替時間 T_c とレーザ出力制御信号が送られてくると（ステップ201）、この切替時間 T_c をタイマにセットし、レーザ出力条件をバッファにセットする（ステップ202）。又、フラグF2を「1」にセットして（ステップ203）、当該周期の処理を終了する。

【0036】

次の周期では、フラグF2が「1」にセットされているから、ステップ200からステップ204に移行し、切替時間 T_c がセットされたタイマをスタートさせ、該タイマがセットされた切替時間 T_c を計時するまで待ち（ステップ205）、切替時間に達すると、バッファに格納されているレーザ出力制御信号をレーザ発振器41に出力し（ステップ206）、フラグF2を「0」にセットして当

該周期の処理を終了する。

【0037】

以上の処理によって、図1で示す例では、補間周期 $Q-1$ で切替時間 T_c がタイマにセットされると共にレーザ出力条件がバッファにセットされ、補間周期 Q_0 の開始から切替時間 T_c ($=t_1$) が経過した時点でレーザ出力条件が切替られることになる。

又、図2に示す例では、補間周期 Q_2 で切替時間 T_c がタイマにセットされると共にレーザ出力条件がバッファにセットされ、補間周期 Q_3 の開始から切替時間 T_c ($=\alpha$) が経過した時点でレーザ出力条件が切替られることになる。

【0038】

なお、上述した実施形態では、レーザ出力条件を切り替える1補間周期前にレーザ出力制御信号と切替時間をレーザ出力制御信号生成手段40に出力するようにしたが、必ずしも1補間周期前でなくてもよく数補間周期前でもよい。この場合もレーザ出力制御信号生成手段40側で補間周期数を計数し、レーザ出力条件を切り替えるレーザ出力制御信号を出力する補間周期を求め、該周期の開始から送られて来た切替時間を経過したときにレーザ出力制御信号を出力するようにすればよい。

【0039】

又、上述した実施形態では、ブロックの繋ぎ目において、レーザ出力条件を変更切り替えるようにしたが、このブロックの繋ぎ目に限らず、任意の位置、任意の時刻でレーザ出力条件を切り替えるようにしてもよい。

例えば、レーザ出力制御信号生成手段40に、外部から切替指令を入力することによって、レーザ出力制御信号生成手段40はこの入力信号に応じてレーザ出力条件を切り替えるようにしてもよい。

【0040】

又、レーザ出力条件を切替える加工開始からの時間とレーザ出力条件をNC加工プログラム若しくは入力手段19から設定しておき、加工開始からこの指令された時間が経過したときにレーザ出力条件を切り替えるようにしてもよい。この場合、NC加工プログラム若しくは入力手段19から設定された時間 T_s から2

倍の補間周期時間 ($2 \times ITP$) 減じた時間を $T_{s'}$ とその設定された時間 T_s に対するレーザ出力条件を組にして記憶し記憶する。例えば、時間 T_{s0} , T_{s1} , T_{s2} , T_{s3} , それぞれレーザ出力条件 C_0 , C_1 , C_2 , C_3 を設定したとする。このとき、設定された時間から 2 倍の補間周期時間 ($2 \times ITP$) 減じた時間を $T_{s0'}$, $T_{s1'}$, $T_{s2'}$, $T_{s3'}$ とレーザ出力条件の組を、図 7 に示すようなテーブルとして不揮発性メモリ 13 に作成し記憶する。なお i は指標である。

【0041】

そして、数値制御装置 10 のプロセッサ 11 は、補間周期毎図 8 の処理を行う。まずテーブルより指標 i (指標 i は初期設定で「0」にセットされている) の時間 $T_{si'}$ を読み出す (ステップ 300)。そして、時間を計時するレジスタ T がこの読み出した時間 $T_{si'}$ 以上か判断する (ステップ 301)。レジスタ T の値が、この時間 $T_{si'}$ 以上でなければ、レジスタ T に補間周期の時間 ITP を加算し (ステップ 302)、当該補間周期の処理を終了する。以下、各補間周期毎この処理を実行し、ステップ 301 でレジスタ T の値が読み出した時間 $T_{si'}$ 以上となったことが検出されると、時間 $T_{si'}$ に 1 補間周期時間 ITP を加算し、その値からレジスタ T の値を減じてレーザ出力条件切替時間 T_c を求める (ステップ 303)。

【0042】

$$T_c = T_{si'} + ITP - T \quad \dots (3)$$

図 9 は、このレーザ出力条件切替時間 T_c の説明図である。 $Q_0 \sim Q_6$ 補間周期を示し、 $T_0 \sim T_6$ は各補間周期開始時のレジスタ T の値、すなわち補間周期開始時の時間を示す。図 9 の例では、レーザ出力条件を切り替える時間 T_s が補間周期 Q_4 の途中で、補間周期 Q_4 の開始時間 T_4 から α 経過した時間であったとする。この時間 T_s から 2 補間周期時間 ($2 \times ITP$) 減じた時間 $T_{s'}$ は補間周期 Q_2 の開始時間 T_2 から α 経過した時間となる。そして補間周期 Q_3 になり、そのときのレジスタ T に記憶する値が T_3 となると、 $T = T_3 \geq T_{s'}$ となりステップ 301 からステップ 303 に移行し、上記 (3) 式の演算、 $T_c = T_{s'} + ITP - T = T_{s'} + ITP - T_3 = \alpha$ が行われ、補間周期の開始時から

レーザ出力条件切替までの時間 $T_c = \alpha$ として求められる。

【0 0 4 3】

こうして求められた切替時間 $T_c = \alpha$ を信号送出時刻データとし、該時刻データと指標 i に対応して記憶するレーザ出力条件 C_i をレーザ出力制御信号としてレーザ出力制御信号生成手段 4 0 に出力し（ステップ 3 0 4）、指標 i を 1 インクリメントし（ステップ 3 0 5）、この周期 Q_3 の処理を終了する。レーザ出力制御信号生成手段 4 0 では、前述した図 6 の処理を実行し、レーザ出力条件を切り替える 1 つ前の補間周期でタイマに時間 $T_c = \alpha$ がセットされ、バッファにレーザ出力条件がセットされる。そして次の補間周期開始から時間 $T_c = \alpha$ が経過したときバッファにセットされたレーザ出力条件がレーザ発振器 4 1 に出力され切り替えられてレーザ加工を行う。

【0 0 4 4】

次の周期では指標 i が更新されているから、次のレーザ出力条件切替時間に達したかの上述した処理を実行する。以下、順次、レーザ出力条件を設定された時間で切替えてレーザ加工が行われることになる。

【0 0 4 5】

上述した実施形態では、レーザ出力制御信号としてレーザ出力条件を出力開始時間 T_c と共に数値制御装置からレーザ出力制御信号生成手段 4 0 に出力するようにしたが、レーザ出力制御信号生成手段 4 0 内に、レーザ出力の開始、終了を含む複数のレーザ出力条件を記憶しておき、数値制御装置はこの記憶するレーザ出力条件を選択する選択信号を時間 T_c と共にレーザ出力制御信号生成手段 4 0 に出力するようにしてもよい。

【0 0 4 6】

又、本発明においては、補間周期が例えば、1 msec の数値制御装置で、補間周期が始まって 0. 2 3 2 msec 後から 0. 1 3 7 msec の間だけレーザビームを照射することもできる。この場合、数値制御装置 1 0 は補間周期毎レーザ出力制御信号生成手段 4 0 にレーザ出力をオンする時間 0. 2 3 2 msec とオフする時間（0. 2 3 2 + 0. 1 3 7）msec を出力しセットしておき（又はタイマにセットしておき）、補間周期開始から計時を開始する計時手段が、この設定したオン時間

、オフ時間になる毎に（又は各タイマがタイムアップする毎に）レーザ発振器 41 にオン指令、オフ指令を出力するようにすればよい。この場合、数値制御装置 10 からレーザ出力制御信号生成手段 40 に送出する信号送出時刻データは、時間ではなく、補間周期の時間 ITP を分割する比を送り、レーザ出力制御信号生成手段 40 では、送られてきた分割比に補間周期の時間 ITP を乗じて、レーザ出力オン／オフの時間を求めそれぞれその時間に出力するようにしてもよい。さらに、数値制御装置を介せずに、レーザ出力制御信号生成手段 40 にレーザ出力オン時間、オフ時間をセットして、レーザ出力制御信号生成手段 40 は補間周期毎このセットされた時間でレーザ出力オン、オフを行うようにしてもよい。

【0047】

さらに、サーボシステムによる駆動軸のほかに、高速回転する軸を設けてワークを回転させ、ワークに 1 / 4 周のレーザ照射を行わせるような場合、ワークを 2400 rpm で回転させているとしても、レーザ照射時間が 6.25 msec である。このような場合でも、照射開始後、6.25 msec 後にレーザ出力オフをセットしておけば、7 回目の補間周期の 0.25 msec で照射が停止することができるので正確なレーザ加工ができる。

【0048】

又、上述した実施形態では、移動指令を出力する補間周期と、レーザ出力制御信号発生手段 40 に信号を送出する周期を同じとしたが、両周期を異なるものであっても差し支えない。例えば、移動指令をサーボ制御システムに送出する補間周期を 0.5 msec とし、レーザ出力制御信号発生手段 40 に信号を送出する周期を 16 msec とすることで、数値制御装置によるレーザ関係の演算処理回数をサーボ関係の 32 分の 1 とすることもできる。

【0049】

【発明の効果】

本発明は、数値制御装置にかける負荷を少なくし、数値制御装置の補間周期よりも短い時間でレーザ出力のオン／オフ等のレーザ出力条件を切り替えることができるので、高速高精度のレーザ加工ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の原理説明図である。

【図 2】

遅延時間を考慮した本発明の原理説明図である。

【図 3】

本発明の一実施形態の機能ブロック図である。

【図 4】

同実施形態のレーザ加工機 3 0 の概要図である。

【図 5】

同実施形態における数値制御装置の処理フローチャートである。

【図 6】

同実施形態におけるレーザ出力制御信号生成手段の処理フローチャートである

。

【図 7】

本発明の別の実施形態におけるテーブルの説明図である。

【図 8】

同別の実施形態における数値制御装置が実施する処理のフローチャートである

。

【図 9】

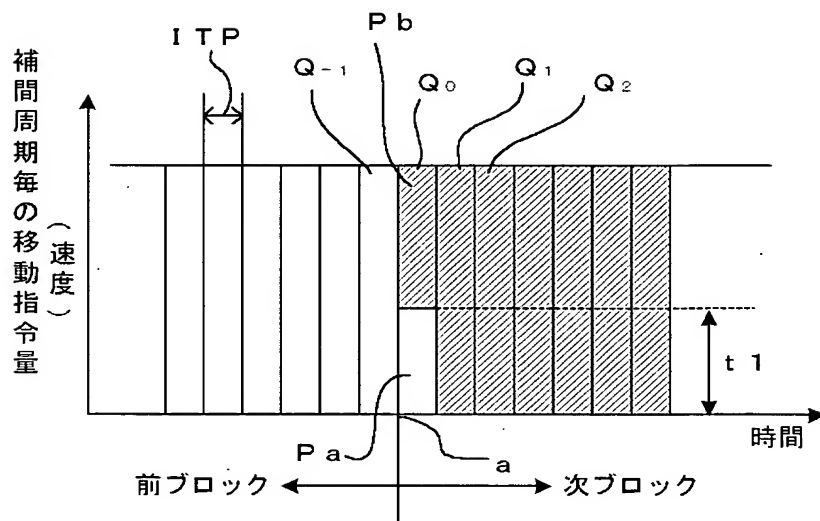
同別の実施形態におけるレーザ出力条件切替時間の説明図である。

【符号の説明】

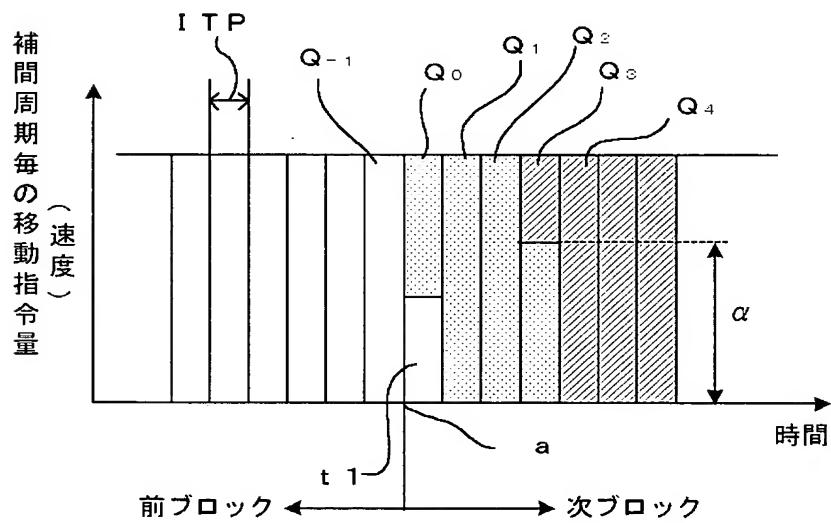
- 1 0 数値制御装置
- 3 1, 3 2, 3 3 サーボモータ
- 3 5 加工ヘッド
- 3 6 ノズル
- 3 7 テーブル
- 3 8 ワーク
- 4 3 レーザビーム

【書類名】 図面

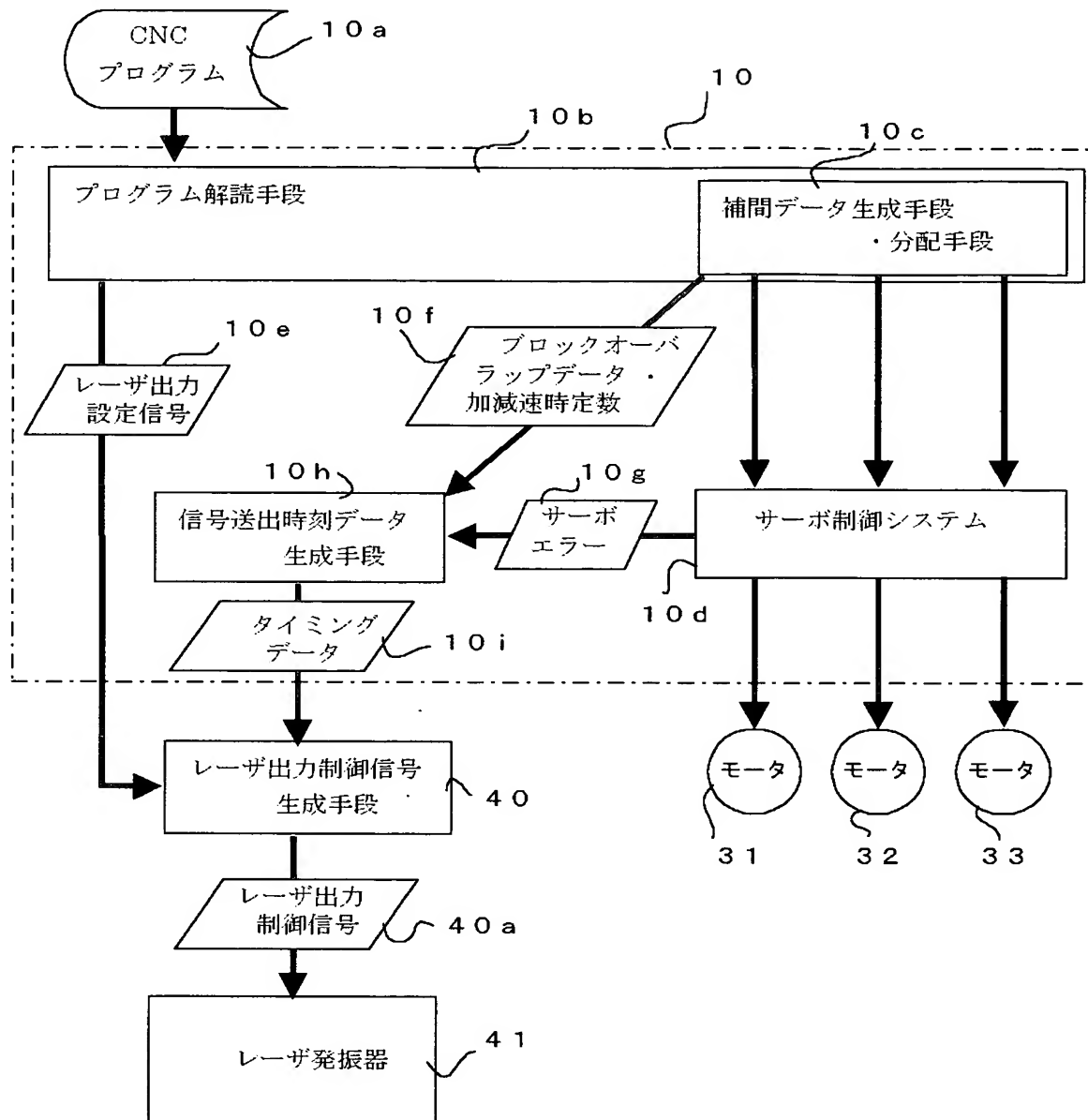
【図 1】



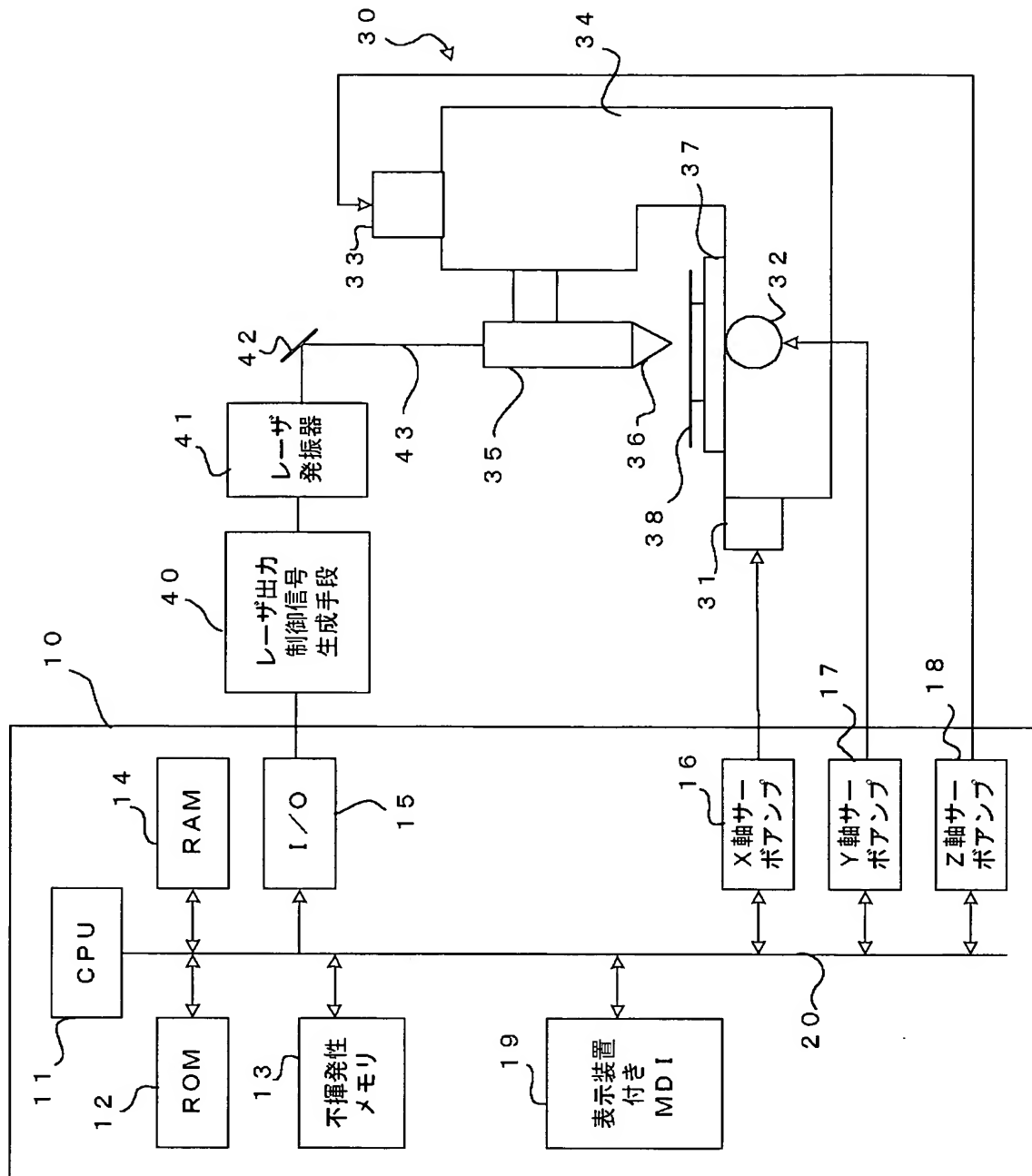
【図 2】



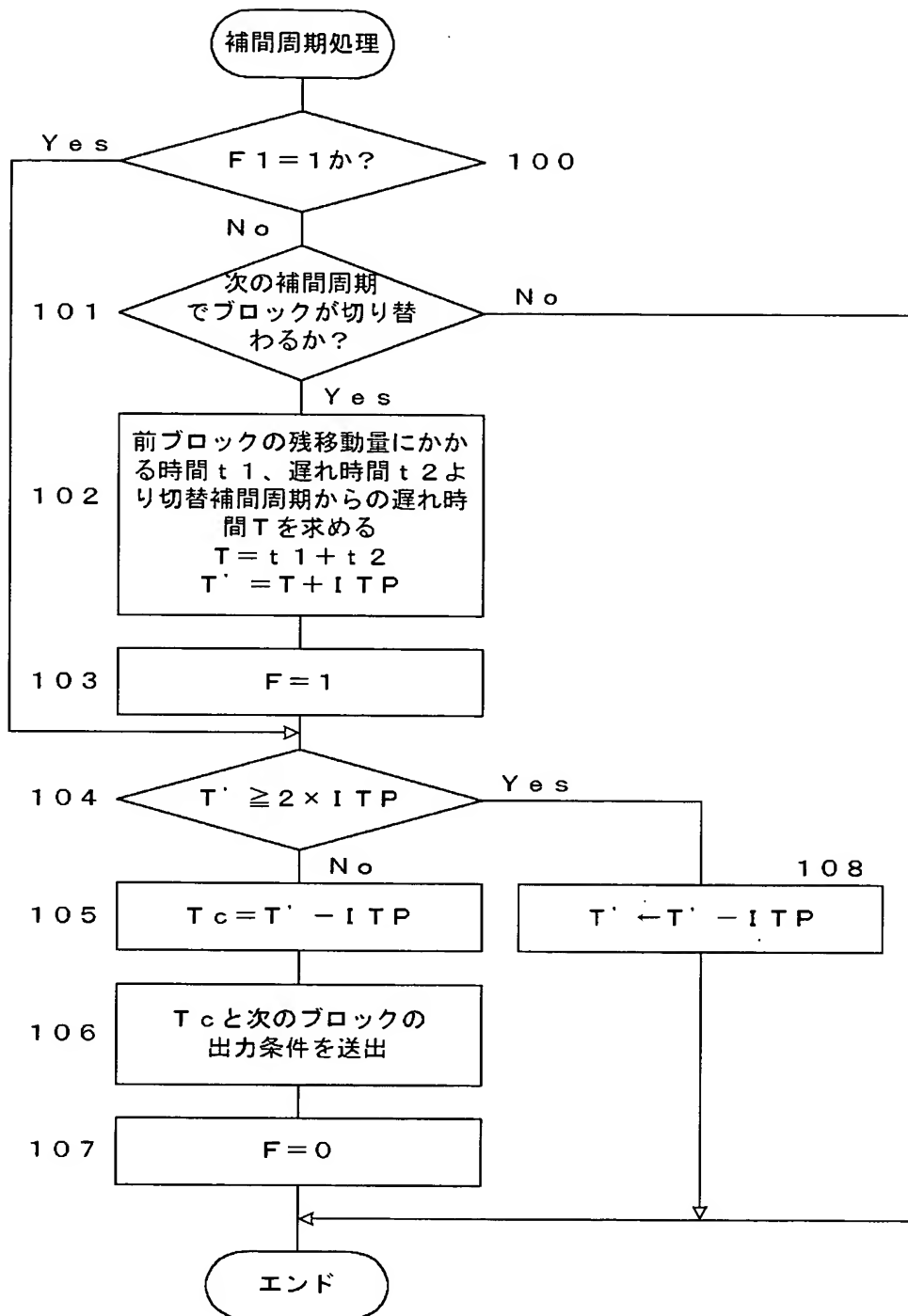
【図 3】



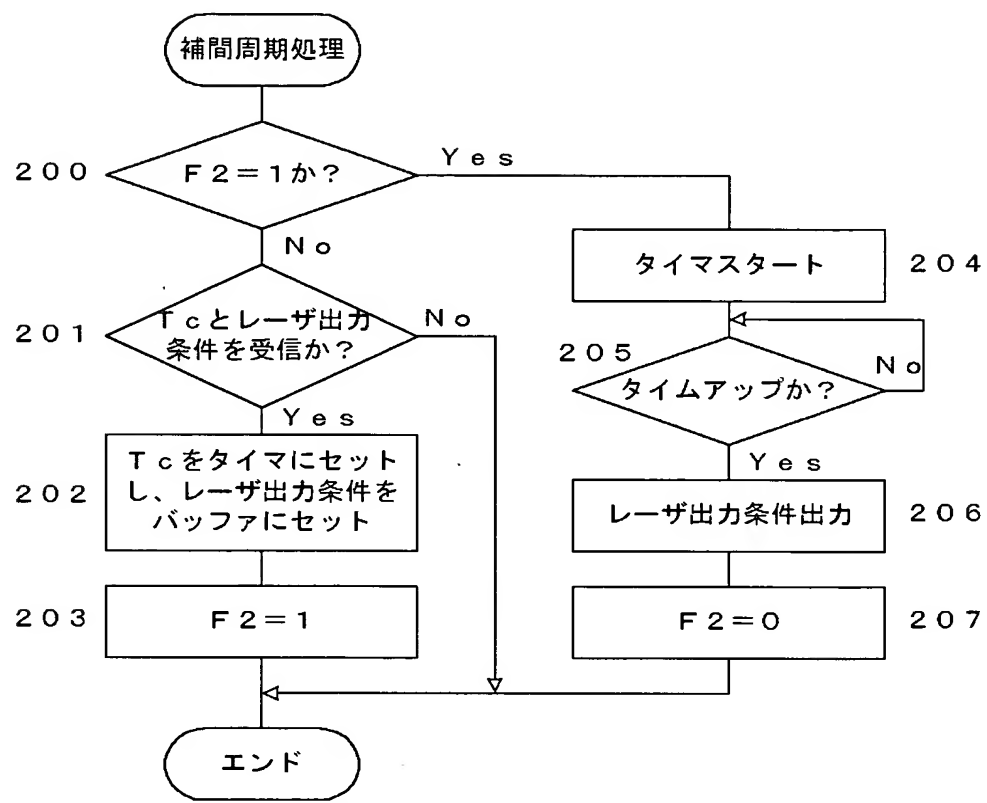
【図 4】



【図 5】



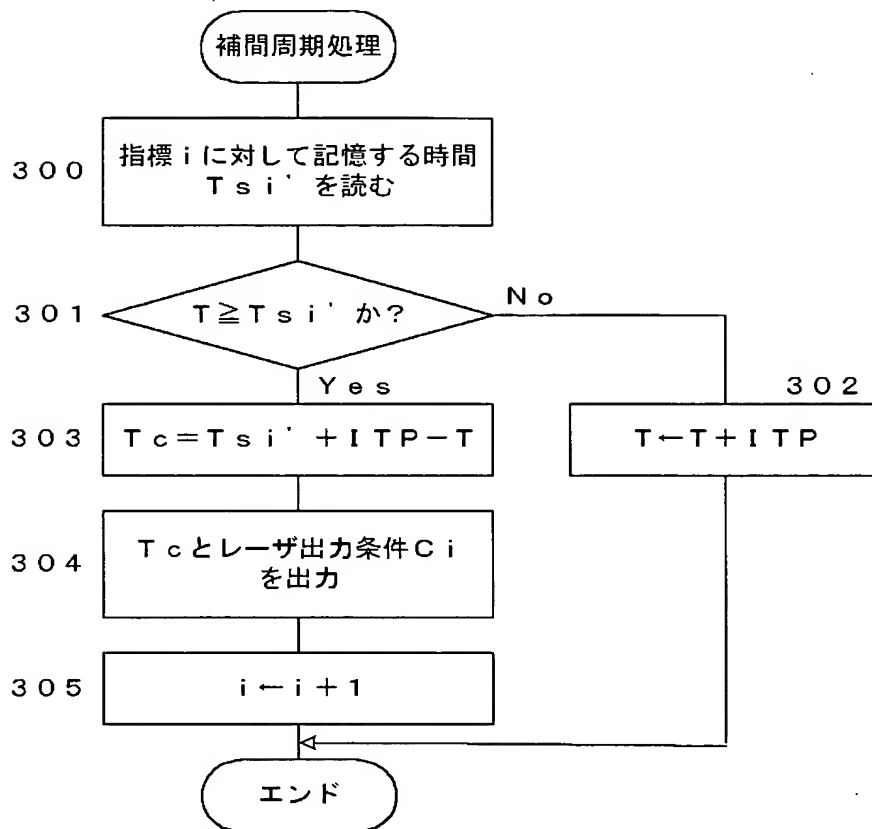
【図 6】



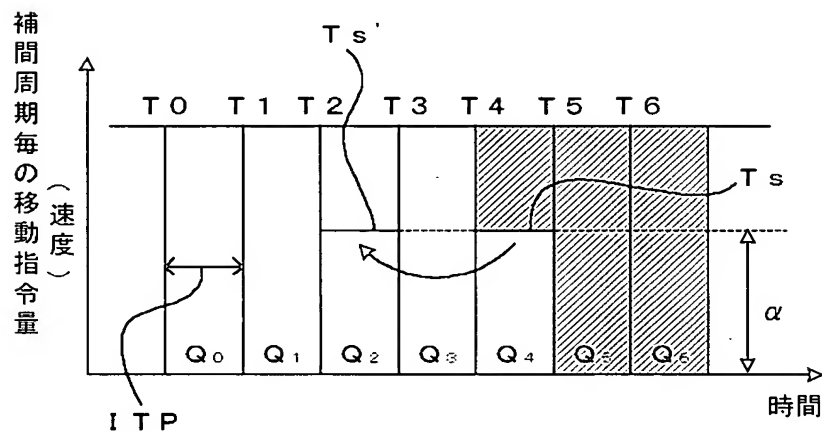
【図 7】

i	$T_{s'}$	出力条件 C
0	$T_{s0'} = T_{s0} - 2 \cdot ITP$	C ₀
1	$T_{s1'} = T_{s1} - 2 \cdot ITP$	C ₁
2	$T_{s2'} = T_{s2} - 2 \cdot ITP$	C ₂
3	$T_{s3'} = T_{s3} - 2 \cdot ITP$	C ₃

【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 補間周期に制限させる所望する加工位置、時間にレーザ出力条件を変更できるようにする。

【解決手段】 ブロックの繋ぎ目の補間周期 Q_0 において、前ブロックの残移動指令量 P_a が指令速度に対応する補間周期 ITP 間における移動指令量に満たないとき、この不足分 P_b を後ブロックの移動指令で補充し速度を変えずに移動させる。この繋ぎ目でレーザ出力条件を切り替える。繋ぎ目の補間周期 Q_0 の開始時からの、ブロックが切り替わる点までの時間 $t_1 = ITP \times P_a / (P_a + P_b)$ を求める。

CNC はこの時間 t_1 とレーザ出力条件をレーザ出力制御信号生成手段に補間周期 $Q - 1$ でセットし、該手段は Q_0 の補間周期の開始から時間 t_1 が経過した時点でレーザ出力条件を切り替える。補間周期に拘束されることなく任意の時間でレーザ出力条件を切り替えることができ、高精度のレーザ加工ができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 3 6 3 0 2
受付番号	5 0 2 0 1 7 5 1 5 2 0
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 2 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年11月20日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 3 6 3 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 8 2 3 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名

ファナック株式会社